

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-280728A

(43)Date of publication of application : 10.10.2001

(51)Int.Cl.

F25B 9/14

C23C 30/00

F16K 3/06

F16K 3/08

F16K 31/44

F16K 31/52

(21)Application number : 2000-094633

(71)Applicant : SUMITOMO HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 30.03.2000

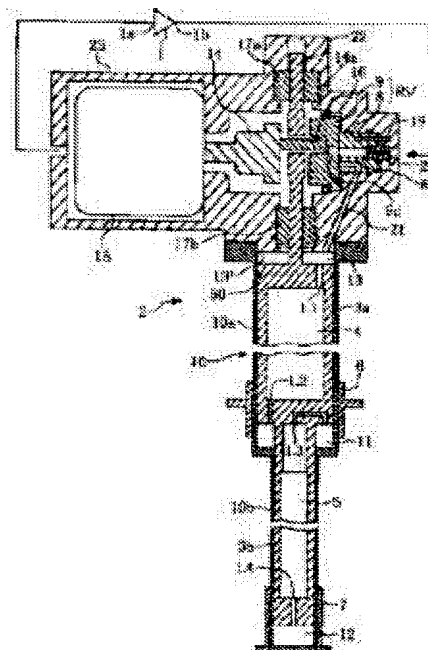
(72)Inventor : SAITO MOTOKAZU

## (54) REFRIGERATOR, DIRECT ACTING MECHANISM, AND ROTARY VALVE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a refrigerator wherein wear of a slide part is decreased and lowering of refrigerating capacity is suppressed.

**SOLUTION:** A displacer is inserted in a cylinder and an expansion space is definitely divided at one inner end of a cylinder. A groove to make one round of a displacer is formed in the outer peripheral surface of the displacer. The groove is charged with a slipper seal. The slipper seal makes contact with the inner peripheral surface of the cylinder at a belt-like region to make one round of its inner peripheral surface. At least one of the contact surface of the slipper seal and the inner peripheral surface of the cylinder is covered by a film formed of diamond-like carbon.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-280728

(P2001-280728A)

(43) 公開日 平成13年10月10日 (2001. 10. 10)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
F 2 5 B 9/14	5 1 0	F 2 5 B 9/14	5 1 0 C 3 H 0 5 3
	5 3 0		5 3 0 B 3 H 0 6 3
C 2 3 C 30/00		C 2 3 C 30/00	C 4 K 0 4 4
F 1 6 K 3/06		F 1 6 K 3/06	
3/08		3/08	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-94633(P2000-94633)

(22) 出願日 平成12年3月30日 (2000. 3. 30)

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目9番11号

(72) 発明者 齋藤 元和

東京都田無市谷戸町2丁目1番1号 住友

重機械工業株式会社田無製造所内

(74) 代理人 100091340

弁理士 高橋 敬四郎 (外2名)

Fターム(参考) 3H053 AA22 BA33 BA39 DA01

3H063 AA05 BB37 DA14 DB06 GG03

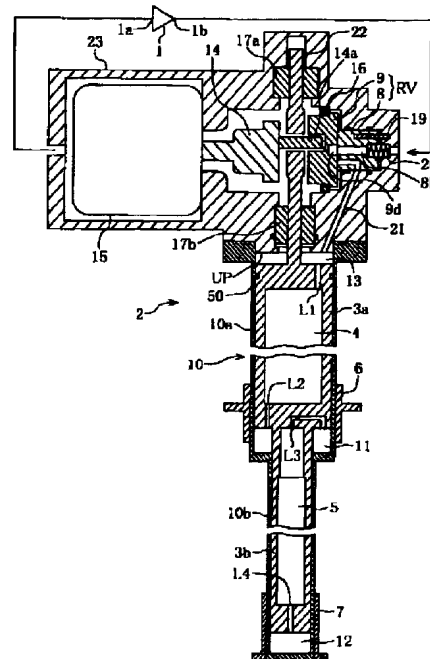
4K044 BA18 BC01

(54) 【発明の名称】 冷凍機、直動機構、ロータリバルブ

(57) 【要約】

【課題】 摺動部の摩耗を少なくし、冷凍能力の低下を抑制することができる冷凍機を提供する。

【解決手段】 ディスプレーサがシリンダ内に挿入され、シリンダ内の一端に膨張空間を画定する。ディスプレーサの外周面上に、ディスプレーサを一周する溝が形成されている。この溝内にスリッパシールが装填されている。スリッパシールは、シリンダの内周面に、その内周面を一周する帯状の領域において接触する。スリッパシールの接触面及びシリンダの内周面のうち少なくとも一方がダイヤモンドライクカーボンからなる薄膜で被覆されている。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 シリンダと、

前記シリンダ内に挿入され、該シリンダ内の一端に膨張空間を画定するディスプレーサと、  
前記ディスプレーサの外周面上に形成され、該ディスプレーサを一周する溝と、  
前記溝内に装填され、前記シリンダの内周面に、該内周面を一周する帯状の領域において接触するスリッパシールとを有し、前記スリッパシールの接触面及び前記シリンダの内周面のうち少なくとも一方がダイヤモンドライクカーボンでコーティングされている冷凍機。

## 【請求項2】 シリンダと、

前記シリンダ内に挿入され、該シリンダ内の一端に膨張空間を画定するディスプレーサと、  
前記ディスプレーサの外周面に形成され、前記膨張空間と、前記シリンダの他端に画定されているシリンダ内の空間とを接続するガス流路を画定する溝であって、該溝の少なくとも一部が前記ディスプレーサの外周面の母線に対して傾いている前記溝と、  
前記ディスプレーサの外周面及び前記シリンダの内周面のうち少なくとも一方の面を被覆するダイヤモンドライクカーボンからなる薄膜とを有する冷凍機。

## 【請求項3】 軸方向に往復運動するスコッチヨークと、

前記スコッチヨークが貫通する円環状部材と、  
前記円環状部材の内周面上に配置され、前記スコッチヨークの軸方向への移動が拘束され、前記スコッチヨークの外周面に接し、接触面がダイヤモンドライクカーボンでコーティングされているスリッパシールとを有する直動機構。

## 【請求項4】 平坦な第1の面を有するバルブプレートと、

前記バルブプレートの平坦な面に面接触する第2の面を有し、該第2の面が前記第1の面に面接触した状態で回転するバルブ本体と、  
前記バルブプレート内に形成され、一端が前記第1の面に開口する第1の流路と、  
前記バルブ本体内に形成され、一端が前記第2の面に開口する第2の流路とを有し、前記第1の面と第2の面との少なくとも一方がダイヤモンドライクカーボンでコーティングされており、前記バルブ本体が、その回転方向に関してある位置にあるときに、前記第1の流路と第2の流路とが繋がるロータリバルブ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、冷凍機に関し、特にシリンダ内をディスプレーサが往復運動する冷凍機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】シリンダ内にディスプレーサを配した従

来の冷凍機においては、シリンダの外周面とディスプレーサの内周面との間の間隙部をシールするために、スリッパシールが用いられる。スリッパシールは、ディスプレーサの外周面に形成された周方向の溝内に装填され、シリンダの内周面に、その内周面を一周する帯状の領域において接する。スリッパシールの材料として、耐摩耗性に優れ、低摩擦の材料、例えば四フッ化エチレン等が用いられる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】スリッパシールの材料として、耐摩耗性に優れた材料が用いられるが、長期間使用すると、スリッパシールが次第に摩耗してしまう。スリッパシールの摩耗は、シール性能の低下、さらには冷凍能力の低下につながる。このため、冷凍能力の低下を予防するために、定期的にスリッパシールを交換しなければならない。

【0004】また、スリッパシール以外にも、スコッチヨークやロータリバルブ等のシール機能を有する摺動部分が摩耗すると、これらの部品を交換しなければならない。

【0005】本発明の目的は、摺動部の摩耗を少なくし、冷凍能力の低下を抑制することができる冷凍機を提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の一観点によると、シリンダと、前記シリンダ内に挿入され、該シリンダ内の一端に膨張空間を画定するディスプレーサと、前記ディスプレーサの外周面上に形成され、該ディスプレーサを一周する溝と、前記溝内に装填され、前記シリンダの内周面に、該内周面を一周する帯状の領域において接触し、接触面がダイヤモンドライクカーボンからなる薄膜で被覆されているスリッパシールとを有する冷凍機が提供される。

【0007】本発明の他の観点によると、シリンダと、前記シリンダ内に挿入され、該シリンダ内の一端に膨張空間を画定するディスプレーサと、前記ディスプレーサの外周面に形成され、前記膨張空間と、前記シリンダの他端に画定されているシリンダ内の空間とを接続するガス流路を画定する溝であって、該溝の少なくとも一部が前記ディスプレーサの外周面の母線に対して傾いている前記溝と、前記ディスプレーサの外周面を被覆するダイヤモンドライクカーボンからなる薄膜とを有する冷凍機が提供される。

【0008】ダイヤモンドライクカーボンからなる薄膜で接触面を被覆することにより、耐摩耗性を高めることができる。

## 【0009】

【発明の実施の形態】図1に本発明の実施例によるギフォードマクマホン（GM）型冷凍機の断面図を示す。実施例によるGM型冷凍機は、ガス圧縮機1とコールドヘ

ッド2とを含んで構成される。コールドヘッド2は、ハウジング部23とシリンダ部10とを含んで構成される。ガス圧縮機1は、吸気口1aから冷媒ガスを吸い込み、圧縮して、吐出口1bから高圧の冷媒ガスを排出する。冷媒ガスとして、通常はヘリウムガスが使用される。

【0010】シリンダ部10は、第1段目シリンダ10aと第2段目シリンダ10bとの2段構成とされている。第2段目シリンダ10bは、第1段目シリンダ10aよりも細い。シリンダ10a及び10b内に、それぞれディスプレーサ3a及び3bが、シリンダの軸方向に往復運動可能に挿入されている。ディスプレーサ3a及び3bは、相互に連結されている。ディスプレーサ3a及び3b内には、それぞれ蓄冷材4及び5が充填されたガス流路が形成されている。

【0011】第1段目シリンダ10a内の、第2段目シリンダ10b側の端部に、第1段目膨張室11が画定され、他方の端部に圧縮室13が画定されている。第2段目シリンダ10bの、第1段目シリンダ10a側とは反対側の端部に第2段目膨張室12が画定されている。

【0012】圧縮室13と第1段目膨張室11とが、ガス流路L1、蓄冷材4が充填されているガス流路、及びガス流路L2を介して接続されている。第1段目膨張室11と第2段目膨張室12とが、ガス流路L3、蓄冷材5が充填されているガス流路、及びガス流路L4を介して接続されている。第1段目シリンダ10aの外周面のうち、第1段目膨張室11にほぼ対応する位置に、フランジ6が取り付けられ、第2段目シリンダ10bの外周面のうち、第2段目膨張室12にほぼ対応する位置に、フランジ7が取り付けられている。

【0013】第1段目ディスプレーサ3aの外周面のうち、圧縮室13側の端部近傍にシール機構50が配置されている。シール機構50の詳細な構成については、図3を参照して後述する。第2段目ディスプレーサ3bの外周面に、らせん状の溝が形成されている。第2段目ディスプレーサ3bの詳細な構造については、図4を参照して後述する。

【0014】スコッチヨーク22が、第1段目ディスプレーサ3aに連結され、シリンダ10aの外まで導出されている。スコッチヨーク22は、ハウジング23に固定された摺動軸受17a及び17bにより支持されている。摺動軸受17bにおいては、摺動部の気密性が保たれており、ハウジング23内の空間と圧縮室13とが隔離される。モータ15の回転運動が、クランク14及びスコッチヨーク22を介してディスプレーサ3aに伝達され、ディスプレーサ3aが往復駆動される。摺動軸受17bの詳細な構造については、図5を参照して後述する。

【0015】ディスプレーサ3a及び3bが圧縮室13側へ移動する時には、圧縮室13の容積が減少し、第1

段目及び第2段目の膨張室11及び12の容積が増加する。ディスプレーサ3a及び3bが反対向きに移動する時には、容積の増減が逆転する。圧縮室13、膨張室11及び12の容積の変動に伴い、冷媒ガスがガス流路L1～L4を通して移動する。このとき、冷媒ガスと、蓄冷材4及び5との間で熱交換が行われる。

【0016】ガス圧縮機1と圧縮室13との間にロータリバルブRVが配置されている。ロータリバルブRVは、ガス圧縮機1の吐出口1bから吐出した冷媒ガスを圧縮室13内に導き、また、圧縮室13内の冷媒ガスをガス圧縮機1の吸気口1aに導く。

【0017】ロータリバルブRVは、バルブ本体8及びバルブプレート9を含んで構成される。バルブプレート9は、アルミニウムで形成され、バルブ本体8は、四フッ化エチレン（例えば、NTN社製のベアリーFL3000）で形成されている。バルブ本体8及びバルブプレート9は平坦な面を有し、この平坦な面同士が面接触している。両者の接触する面の少なくとも一方に、ダイヤモンドカーボン（DLC）からなる薄膜がコーティングされている。

【0018】バルブプレート9は、回転軸受16により、ハウジング23内に回転可能に支持されている。スコッチヨーク22を駆動するクランク14の偏心ピン14aが回転軸を中心として公転することにより、バルブプレート9が回転する。バルブ本体8は、コイルバネ20によりバルブプレート9に押しつけられ、ピン19により回転しないように拘束されている。

【0019】図2に、ロータリバルブRVの分解斜視図を示す。円柱状のバルブ本体8の平坦な面8aとバルブプレート9の平坦な面9aとが面接触する。ガス流路8bが、バルブ本体8の中心軸に沿ってバルブ本体8を貫通している。すなわち、ガス流路8bの一端が、平坦面8aに開口している。ガス流路8bの他端は、図1に示したガス圧縮機1の吐出口1bに接続されている。

【0020】平坦面8aに、バルブ本体8の中心軸を中心とした円弧に沿った溝8cが形成されている。バルブ本体8の内部に形成されたガス流路8eの一端が、溝8cの底面に開口している。ガス流路8eの他端は、バルブ本体8の外周面に開口し、さらに図1に示したガス流路21を経由して圧縮室13に連通している。

【0021】バルブプレート9の平坦面9aに、その中心から半径方向に伸びる溝9dが形成されている。バルブプレート9が回転し、溝9dの外周側の端部が溝8cに部分的に重なった時、ガス流路8bとガス流路8dとが、溝9dを介して連通する。

【0022】回転軸に平行なガス流路9bが、バルブプレート9を貫通する。ガス流路9bは、平坦面9a内の半径方向に関して、バルブ本体8の平坦面8aに形成された溝8cとほぼ同じ位置に開口している。バルブプレート9が回転し、ガス流路9bの開口部が溝8cに部分

10

20

30

40

50

的に重なった時、ガス流路8dとガス流路9bとが連通する。ガス流路9bの他端は、図1に示したハウジング23内の空洞を介してガス圧縮機1の吸気口1aに接続されている。

【0023】ガス流路8bとガス流路8dとが、溝8cを介して連通している時、ガス圧縮機1から圧縮室13内に冷媒ガスが送り込まれる。ガス流路8dとガス流路9bとが連通しているとき、圧縮室13内の冷媒ガスがガス圧縮機1に回収される。従って、バルブプレート9を回転させると、圧縮室13への冷媒ガスの導入と、圧縮室13からの冷媒ガスの回収が繰り返される。冷媒ガスの導入及び回収の繰り返しと、ディスプレーサ3a及び3bの往復駆動とは、共にクランク14の回転に同期する。冷媒ガスの導入と回収の繰り返しの位相と、ディスプレーサ3a及び3bの往復駆動の位相とを適当に調節すると、膨張室11及び12内で吸熱が生ずる。

【0024】バルブ本体8及びバルブプレート9の接触面の少なくとも一方にDLC薄膜がコーティングされているため、接触面の耐摩耗性の向上を図ることができる。

【0025】図3に、シール機構50の詳細な断面図を示す。第1段目ディスプレーサ3aの外周面に、ディスプレーサ3aを一周する溝51が形成されている。溝51内に、Oリング52が装填され、その外側にリング状のスリッパシール53が装填されている。スリッパシール53は、四フッ化エチレン（例えば、NTN社製のベアリーFL3030）で形成されている。

【0026】スリッパシール53の外周面が第1段目シリンダ10aの内周面に接触し、摺動する。スリッパシール53の外周面は、DLC薄膜でコーティングされている。このため、スリッパシール53の接触面の耐摩耗性の向上を図ることができる。なお、シリンダ10aの内周面のうち、スリッパシール53と摺動する領域をDLC薄膜でコーティングしてもよい。また、スリッパシール53の外周面とシリンダ10aの内周面との両方をDLC薄膜でコーティングしてもよい。

【0027】図4に、第2段目ディスプレーサ3bの詳細な断面図を示す。上下端が開放された筒状部材30の下端に蓋部材31が挿入され、接着されている。筒状部材30及び蓋部材31は、布入りフェノールで形成されている。蓋部材31の上に金網32が配置され、その上にフェルト栓33が配置されている。

【0028】フェルト栓33の上には、たとえば鉛球で構成された蓄冷材5が充填されている。なお、蓄冷材5として、磁性蓄冷材を用いてもよい。磁性蓄冷材を用いると冷凍能力を高めることができる。蓄冷材5の上にフェルト栓34が配置され、フェルト栓34の上にパンチングメタル35が配置されている。パンチングメタル35は、筒状部材30の内面上部に円周に沿って設けられた段差により固定されている。筒状部材30の上端に

は、図1に示す第1段目ディスプレーサ3aと結合するための結合機構36が取り付けられている。

【0029】筒状部材30の側壁の、金網32の高さの位置に、ガス流路を形成する開口37が設けられている。筒状部材30の開口37よりも上の外周面には、開口37の位置と上端とを結ぶ1本のらせん状の溝38が形成されている。らせん溝38は、らせん状のガス流路を形成する。この溝は、例えば、幅約2mm、深さ約0.6mm、ピッチ約4mmである。

10 【0030】開口37よりも下の筒状部材30の外径は、それよりも上の部分の外径よりもわずかに小さくされている。従って、開口37よりも下の部分では、筒状部材30と第2段目シリンダとの間に間隙が形成される。この間隙は、筒状部材30の内部と図1に示す膨張空間12とを結ぶガス流路を形成する。

【0031】シリンダ10bの内周面とディスプレーサ3bの外周面との間に形成された間隙に作動ガスが流入すると、作動ガスはらせん溝38に沿って流れる。このとき、筒状部材30を介して作動ガスと蓄冷材5との間で熱交換が行われる。作動ガスが、らせん状の長い経路を辿って流れるため、十分な熱交換が行われる。溝38の形状は、らせん状に限らない。溝38の一部が、ディスプレーサの外周面の母線と交差すれば、作動ガスが母線に平行に流れる場合に比べて、多くの熱交換を行うことができる。

【0032】筒状部材30の外周面と第2段目シリンダ10bの内周面との間の隙間は、ディスプレーサを安定に往復駆動するために0.01mm以上であることが好ましく、漏洩ガスが軸方向に直線的に流れることを防止するために、0.03mm以下であることが好ましい。

30 【0033】筒状部材30の外周面及びらせん溝38の内面が、DLC薄膜でコーティングされている。さらに、図1に示した第2段目シリンダ10bの内周面も、DLC薄膜でコーティングされている。このため、第2段目ディスプレーサ3bの外周面及び第2段目シリンダ10bの内周面の耐摩耗性を高めることができる。

【0034】図5に、図1に示した摺動軸受17bの詳細な断面図を示す。円環状部材40をスコッチヨーク22が貫通している。円環状部材40に、ナイロンベアリング44が取り付けられている。ナイロンベアリング44は、スコッチヨーク22を、その軸方向に案内し、軸方向に直交する方向への変位を妨げる。

【0035】円環状部材40の内周面に、スコッチヨーク22を一周する溝41が形成されている。溝41内にOリング42が装填されている。Oリング42よりも内側にリング状のスリッパシール43が装填されている。スリッパシール43は、四フッ化エチレン（例えば、NTN社製のベアリーFL3000）で形成されている。

50 【0036】スリッパシール43の内周面がスコッチヨーク22の外周面に接する。スリッパシール43によ

り、図1に示した圧縮室13の気密性が確保される。スリッパシール43の内周面は、DLC薄膜でコーティングされている。このため、スリッパシール42の摩耗を少なくすることができる。さらに、スコッチヨーク22の外周面のうちスリッパシール43に接触する部分にDLC薄膜をコーティングしてもよい。

【0037】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、スターリング冷凍機のディスプレーサとシリンダとの摺動部分等、シール機能が必要とされる摺動面にDLC薄膜をコーティングすることにより、耐摩耗性を高めることができる。その他種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なのは当業者に自明であろう。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、摺動部分にDLC薄膜をコーティングすることにより、摺動面の耐摩耗性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例によるGM型冷凍機の断面図である。

【図2】実施例によるGM型冷凍機に用いられるロータリバルブの分解斜視図である。

【図3】実施例によるGM型冷凍機に用いられるシール機構の断面図である。

【図4】実施例によるGM型冷凍機の第2段目ディスプレーサの断面図である。

【図5】実施例によるGM型冷凍機に用いられる摺動軸受の断面図である。

【符号の説明】

1 ガス圧縮機  
3a、3b ディスプレーサ  
4、5 蓄冷材

\* 6、7 フランジ  
8 バルブ本体  
9 バルブプレート  
10 シリンダ部  
10a、10b シリンダ  
11、12 膨張室  
13 圧縮室  
14 クランク  
15 モータ  
16 回転軸受  
17a、17b 摺動軸受  
19 ビン  
20 コイルバネ  
21 ガス流路  
22 スコッチヨーク  
23ハウジング  
30 円筒状部材  
31 蓋部材  
32、35 金網  
33、34 フェルト栓  
36 結合機構  
38 らせん溝  
40 円環状部材  
41 溝  
42 Oリング  
43 スリッパシール  
44 ナイロンベアリング  
50 シール機構  
51 溝  
52 Oリング  
53 スリッパシール

\*

Fig 2

【図2】

ロータリバルブ

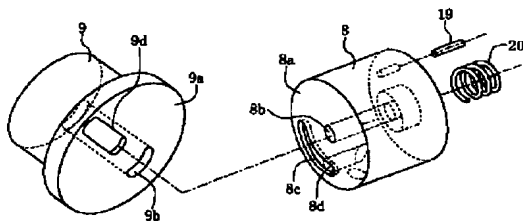


Fig 3

【図3】

シール機構

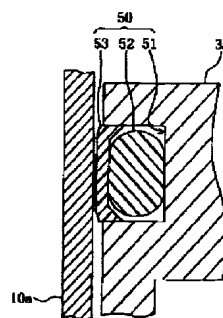
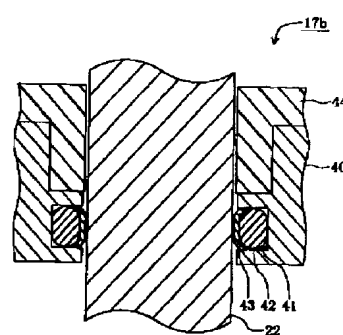


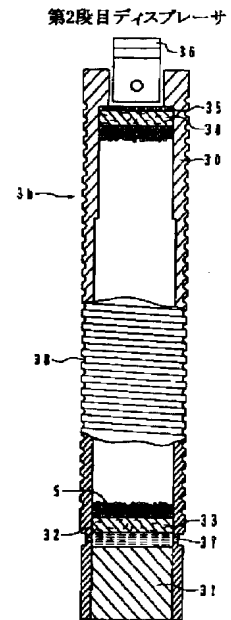
Fig 5

【図5】

摺動軸受



【図4】



31/52

31/52